

ТВЕРДЫЙ РАСТВОР ГЛАУБЕРИТ-АНГИДРИТ ИЗ ФУМАРОЛЫ ТЕНОРИТОВАЯ (ВУЛКАН ТОЛБАЧИК, КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)

Ханин Д.А.^{1,2}, Чубаров В.М.²

¹Институт экспериментальной минералогии имени академика Д.С. Коржинского, г. Черногловка, d_khanin@iem.ac.ru

²Институт вулканологии и сейсмологии, г. Петропавловск-Камчатский

Богатая и разнообразная минералогия активных фумарол окислительного типа вулкана Толбачик (Камчатка) изучается более 50 лет. Наиболее широко здесь распространены сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов. Среди первичных безводных сульфатов наиболее широко распространённым является ангидрит, кроме него также встречаются: афтиталит $K_2Na_2(SO_4)_2$, лангбеймит $K_2Mg_2(SO_4)_3$, метатенардит и тенардит – Na_2SO_4 , глауберит $Na_2Ca(SO_4)_2$, бубновит $K_2Na_8Ca(SO_4)_6$, кальциолангбейнит $K_2Ca_2(SO_4)_3$, вантгоффит $Na_6Mg(SO_4)_4$, арканит K_2SO_4 , ивсит $Na_3H(SO_4)_3$. Наиболее широко эти минералы представлены на фумаролах Арсенатная и Ядовитая и в меньшей степени на фумароле Теноритовая. Все они

располагаются на Втором шлаковом конусе Северного прорыва Большого трещинного Толбачинского извержения 1975-1976 гг. (БТТИ). Также сульфатная минерализация распространена и на фумаролах, которые образовались при извержении 2012-2013 годов. Большая часть этих минералов легко растворяется в воде и сильно гигроскопичны, и не всегда удастся точно произвести их диагностику и определить характер взаимоотношения с другими минералами.

При изучении образцов солей (галит и сильвин) из наиболее горячей части фумаролы Теноритовая, в белых плотных галитовых корках были встречены сростки призматических кристаллов до 200 мкм по длинной оси, которые сложены распавшимся глаубе-

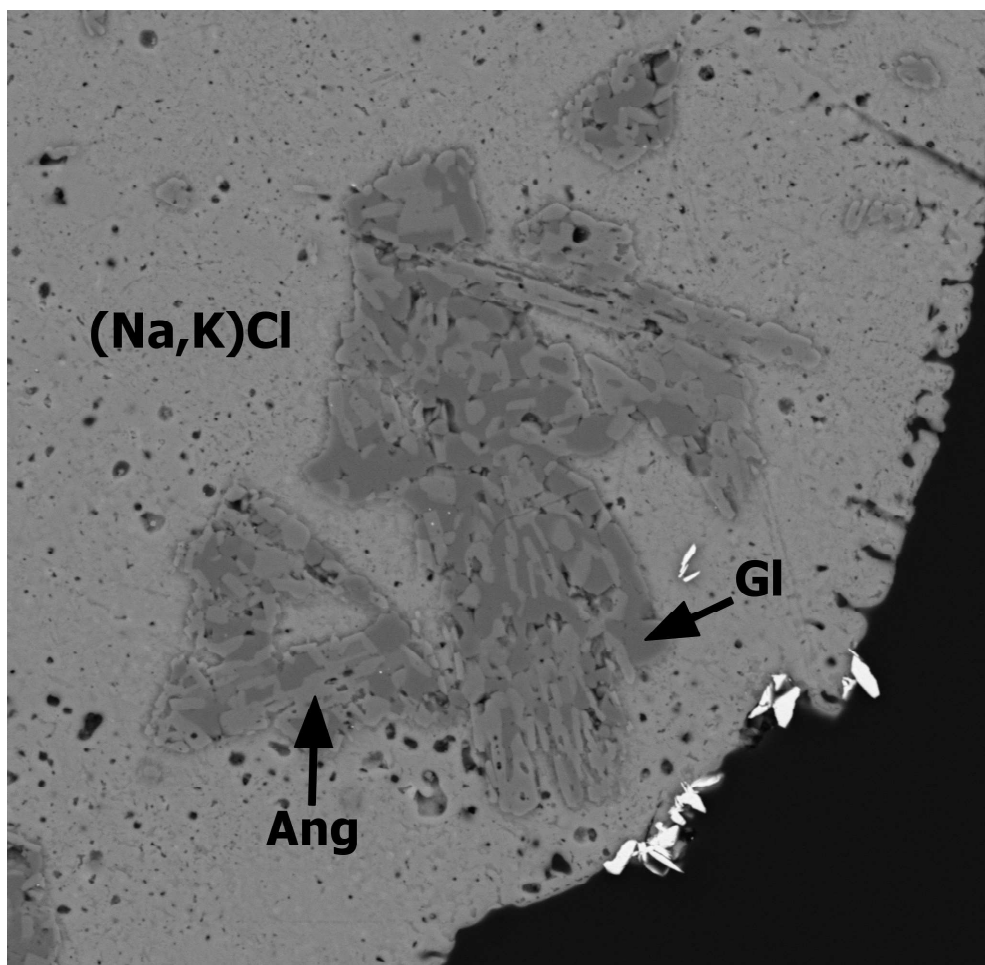


Рис. 1. Структуры распада твердого раствора глауберит (Gl)-ангидрит (Ang) в галите (Na, K)Cl, изображение в обратно-рассеянных электронах. Ширина поля зрения 200 мкм

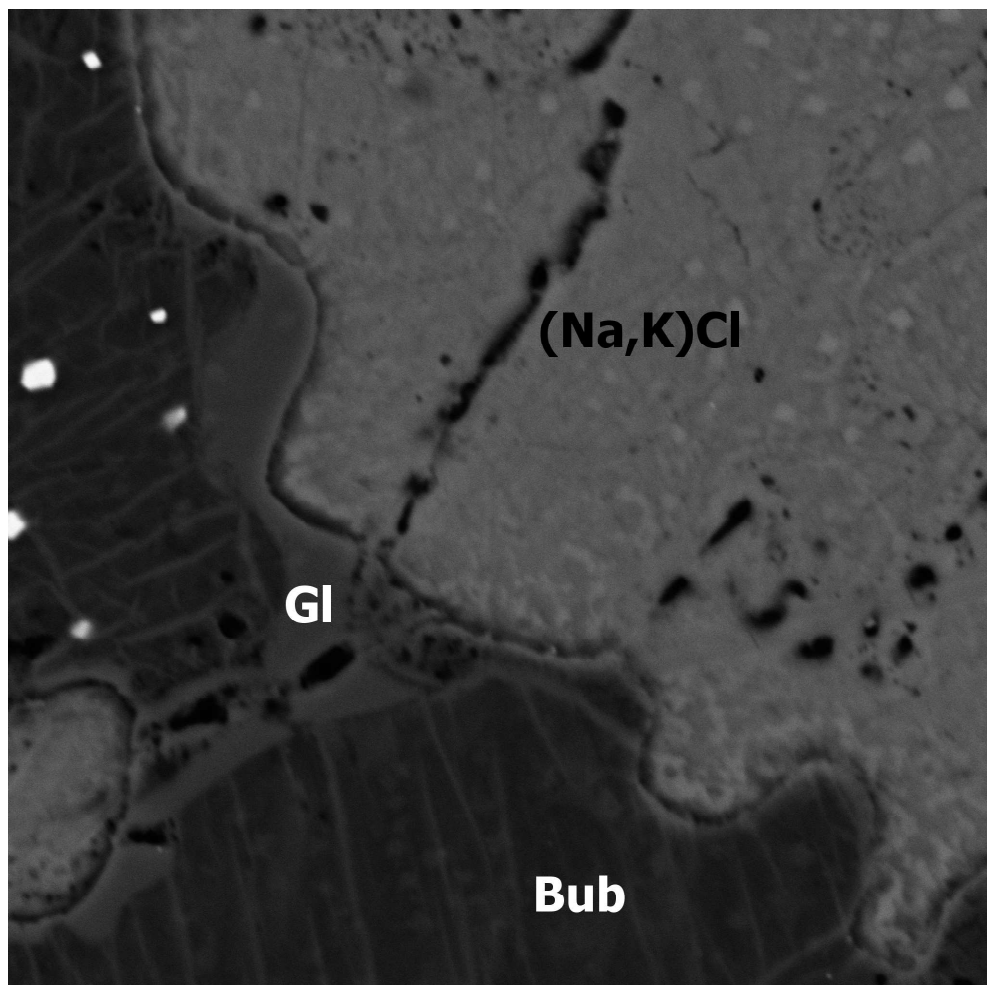


Рис. 2. Корки глауберита (Gl) на бубноваите (Bub) в галите (Na, K)Cl, изображение в обратно-рассеянных электронах. Ширина поля зрения 100 мкм

рит-ангидритовым твердым раствором (рис. 1). Ранее Н.В. Щипалкиной (2017) описывались структуры распада разнообразных сульфатов с афтиталито-подобной структурой из фумаролы Арсенатная, которая имеет более высокотемпературный режим. Стоит отметить, что в галите, из которого сложены корки, отмечается постоянная примесь K от 2 до 3.5 вес.%, а также Cs до 0.2 вес.%, что отличает его от аналогичного галита из фумаролы Арсенатная, где цезий практически отсутствует [Ханин, Чубаров 2018]. В ангидрите, выпавшего из твердого раствора, наблюдаются примеси MgO до 0.1 мас.%, SrO до 0.2 мас.%, SiO₂ до 0.2 мас.%, K₂O до 0.8 мас.% и Na₂O до 1.5 мас.%. В глауберите наблюдается примесь MgO до 0.1 мас.%, SrO до 0.2 мас.% и K₂O до 0.6 мас.%. В фумароле ангидрит распространен достаточно широко на всех температурных уровнях. Кроме структур распада, глауберит наблюдался еще в единичном образце галита из высокотемпературной части. Здесь глауберит нарастает на бубноваит и образует с ним структуры распада (рис. 2). Для этого глауберита характерно присутствие SrO до

0.1 мас.%, Cs₂O до 0.2 мас.% и BaO до 0.2 мас.%, но в соли, нарастающей на них, цезий не отмечается, как и в самом бубноваите.

Кристаллизация из газовой фазы первичного твердого раствора происходила при температуре более 800°. При понижении температуры (примерно до 350°) происходил распад стабильной метафазы на более устойчивые - ангидрит и глауберит, которые обогащены натрием и кальцием, соответственно. Этот процесс достаточно хорошо согласуется с условиями, предложенными Н. Du (2000) для более простых бинарных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ханин Д.А., Чубаров В.М. К характеристике явлений распада твердых растворов NaCl-KCl из фумаролы Арсенатной (вулкан Толбачик, Камчатка) // Тезисы докладов IX Всероссийской конференции «Минералы: строение, свойства, методы исследования». Издательство Института геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН Екатеринбург, 2018. С. 198–199.

2. Щипалкина Н.В. Химические особенности и структуры распада эксгальсионных афтитали-топодобных сульфатов из фумаролы Арсенатной (вулкан Толбачик, Камчатка) // Материалы Международного молодежного научного форума ЛОМОНОСОВ-2018. МАКС Пресс Москва, 2018.
3. Du H. Thermodynamic Assessment of the K_2SO_4 - Na_2SO_4 - $MgSO_4$ - $CaSO_4$ System // Journal of Phase Equilibria. Vol. 21. No. 1 2000. P. 1-18.